

MANUFACTURE FOR MAGNETORESISTANCE EFFECT-TYPE COMPOSITE HEAD

Patent Number: JP10241121
Publication date: 1998-09-11
Inventor(s): NAGAHARA KIYOKAZU;; ISHI TSUTOMU;; KUMAGAI KAZUMASA;; ISHIWATA NOBUYUKI
Applicant(s): NEC CORP
Requested Patent: ☐ JP10241121
Application Number: JP19970043342 19970227
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B5/39
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a manufacture for a composite head which further improves a lower limit of a track width and realizes recording with much higher density.
SOLUTION: Before a magnetic pole P3 is formed by ion milling and etching of a non-magnetic layer G' to be a magnetic gap G and a magnetic layer P1' to be a magnetic pole P1 with using a magnetic pole P2 as a mask, a protecting film 19 is preliminarily layered on the magnetic pole P2 so as to restrict a reduction of a film thickness of the magnetic pole P2 by the ion milling. Since the reduction in film thickness of the magnetic pole P2 can be restricted greatly, it is not necessary to form a magnetic layer P2' thick and therefore frames 5, 6 can be thinned at the time of plating.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-43342

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月27日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 永原 聖万

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 石 勉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 熊谷 一正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

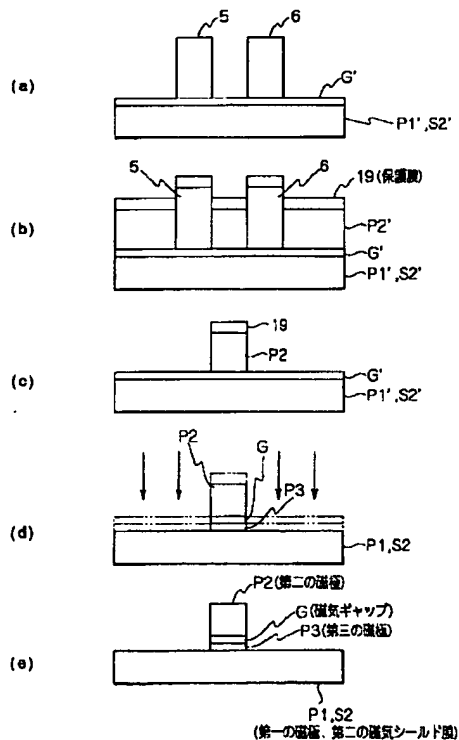
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 トラック幅の下限をさらに改善し、さらなる高密度記録を実現する複合ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 磁極P2をマスクとして磁気ギャップGとなる非磁性層G'及び磁極P1となる磁性層P1'をイオンミリングによりエッチングすることにより磁極P3を形成する前に、磁極P2の膜厚が当該イオンミリングによって減少することを抑えるための保護膜19を磁極P2上に予め積層させておく。これにより、磁極P2の膜厚減少を大幅に抑制できるので、磁性層P2'の膜厚を厚くしておく必要がないことから、フレームメッキを行う際のフレーム5、6の膜厚を薄くできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子が磁気分離膜を介して第一及び第二の磁気シールド膜間に挟持されてなる再生ヘッドと、

前記第二の磁気シールド膜を第一の磁極とし、この第一の磁極と磁氣的に連続な第三の磁極が当該第一の磁極上に形成され、前記第三の磁極上に磁気ギャップを介して第二の磁極が積層され、前記磁気ギャップから磁界を発生させる記録ヘッドとを備え、

ABS面から見た積層面方向の長さは、前記第二の磁極が前記第一の磁極よりも短くかつ前記第三の磁極及び前記磁気ギャップに等しい、

磁気抵抗効果型複合ヘッドにおいて、

前記第二の磁極をマスクとして前記磁気ギャップとなる非磁性層及び前記第一の磁極となる磁性層をイオンミリングによりエッチングすることにより前記第三の磁極を形成する前に、前記第二の磁極の膜厚が当該イオンミリングによって減少することを抑えるための保護膜を当該第二の磁極上に予め積層させておく、

ことを特徴とする磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項2】 前記保護膜の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートが、前記第二の磁極の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートより小さい、請求項1記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項3】 前記保護膜としてアルミナ膜を用いる、請求項1記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項4】 前記第二の磁極のABS面から見た積層面方向の長さが2 μ m以下である、請求項1記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項5】 磁気抵抗効果素子が磁気分離膜を介して第一及び第二の磁気シールド膜間に挟持されてなる再生ヘッドと、

前記第二の磁気シールド膜を第一の磁極とし、この第一の磁極と磁氣的に連続な第三の磁極が当該第一の磁極上に形成され、前記第三の磁極上に磁気ギャップを介して第四の磁極が積層され、この第四の磁極と磁氣的に連続な第二の磁極が当該第四の磁極上に積層され、前記第四の磁極が前記第二の磁極よりも大きな飽和磁化を有し、前記磁気ギャップから磁界を発生させる記録ヘッドとを備え、

ABS面から見た積層面方向の長さは、前記第二の磁極が前記第一の磁極よりも短くかつ前記第三及び第四の磁極並びに前記磁気ギャップに等しい、

磁気抵抗効果型複合ヘッドにおいて、

前記第二の磁極をマスクとして前記磁気ギャップとなる非磁性層並びに前記第一及び第四の磁極となる磁性層をイオンミリングによりエッチングすることにより前記第三の磁極を形成する前に、前記第二の磁極の膜厚が当該

イオンミリングによって減少することを抑えるための保護膜を当該第二の磁極上に予め積層させておく、

ことを特徴とする磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項6】 前記保護膜の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートが、前記第二の磁極の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートより小さい、請求項5記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項7】 前記保護膜としてアルミナ膜を用いる、請求項5記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記第二の磁極のABS面から見た積層面方向の長さが2 μ m以下である、請求項5記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項9】 磁気抵抗効果素子が磁気分離膜を介して第一及び第二の磁気シールド膜間に挟持されてなる再生ヘッドと、

前記第二の磁気シールド膜を第一の磁極とし、この第一の磁極と磁氣的に連続な第三の磁極が当該第一の磁極上に積層され、前記第三の磁極上に磁気ギャップを介して第四の磁極が積層され、この第四の磁極と磁氣的に連続な第二の磁極が当該第四の磁極上に積層され、前記第三の磁極が前記第一の磁極よりも大きな飽和磁化を有し、前記第四の磁極が前記第二の磁極よりも大きな飽和磁化を有し、前記磁気ギャップから磁界を発生させる記録ヘッドとを備え、

ABS面から見た積層面方向の長さは、前記第二の磁極が前記第一の磁極よりも短くかつ前記第三及び第四の磁極並びに前記磁気ギャップに等しい、

磁気抵抗効果型複合ヘッドにおいて、

前記第二の磁極をマスクとして前記磁気ギャップとなる非磁性層並びに前記第一、第三及び第四の磁極となる磁性層をイオンミリングによりエッチングすることにより前記第三の磁極を形成する前に、前記第二の磁極の膜厚が当該イオンミリングによって減少することを抑えるための保護膜を当該第二の磁極上に予め積層させておく、ことを特徴とする磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項10】 前記保護膜の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートが、前記第二の磁極の前記イオンミリングを行う場合におけるイオンミリングレートより小さい、請求項9記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記保護膜としてアルミナ膜を用いる、請求項9記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記第二の磁極のABS面から見た積層面方向の長さが2 μ m以下である、請求項9記載の磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果を利用した再生ヘッドと磁気誘導型効果を利用した記録ヘッドとを積層させた磁気抵抗効果型複合ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体の小型化及び大容量化に伴って、読み取り用磁気ヘッドと磁気記録媒体との相対速度が小さくなってきたことから、再生出力が速度に依存しない磁気抵抗効果型ヘッド（以下「MRヘッド」という。）への期待が高まっている。このMRヘッドについては、「IEEE Trans. On Magn. MAG(1970) 150」において「A Magnetoresistivity Readout Transducer」として論じられている。

【0003】最も実用的なMRヘッドは、対向する第一及び第二の磁気シールド膜と、これらの磁気シールド膜間に磁気分離膜を介して存在する磁気抵抗効果素子（以下「MR素子」という。）とからなる再生を行う機能を有するMRヘッドと、第一及び第二の磁気シールド膜の一方を第一の磁極とし、この第一の磁極と前記MR素子と反対側の面に、絶縁体で挟まれたコイルと第二の磁極とが、前記第一の磁極と平行に積層され、第一及び第二の磁極間に設けられた磁気ギャップに発生する磁界により記録を行うインダクティブヘッド（以下「IDヘッド」という。）とからなる磁気抵抗効果型複合ヘッド（以下、単に「複合ヘッド」という。）である。

【0004】しかしながら、この複合ヘッドでは、記録中にかなり大きなサイドフリンジ磁界が生じる。この磁界は、第一の磁極が第二の磁極に対して幅広なため、第二の磁極の幅で規定される幅を超えた第一の磁極の部分への磁束の漏れによって生じる。このサイドフリンジ磁界は、達成できる最小トラック幅を制限するために、トラック密度の上限を制限する。よって、上記の複合ヘッドを用いて高密度記録を達成するためには、このサイドフリンジ磁界を小さくすることが必要である。

【0005】従来の記録再生を行うIDヘッドは、第一及び第二の磁極の媒体と対向する面（エアベアリング面、以下「ABS面」という。）におけるトラック幅を規定するおのおのの側面が、実質的に一致するように形成されるため、サイドフリンジ磁界は最小に抑えられていた。しかしながら、上記複合ヘッドでは、トラック幅を規定する第二の磁極の幅に対して、第一の磁極の幅はMR素子をシールドするための機能を必要とするために第二の磁極に比べて非常に広い幅を有する。この幅の相違が第二の磁極の幅を超えてトラック幅方向に広がるサイドフリンジ磁界を生じさせる。なお、磁極の幅とは、ABS面から見た積層面方向の長さをいう。

【0006】このサイドフリンジ磁界を従来のIDヘッドのように低減する方法が特開平7-262519号公報に開示されている。この方法では図3に示すように、

複合ヘッドにおいて、IDヘッドの第一の磁極P1と磁気ギャップGとの間に、磁極P1の膜面に平行で且つ第二の磁極P2の幅を規定する磁極P2の側面と一致した磁極P1面に垂直な側面を持ち、磁氣的に磁極P1と連続な第三の磁極P3を設ける。これによって、記録磁界が磁極P2と磁極P3との間に発生するため、サイドフリンジ磁界が従来のIDヘッド並みに抑制される。

【0007】この磁極P3を形成する方法は図5の通りである。まず、MRヘッドの一方の磁気シールドS2となる磁性層S2'すなわちを磁極P1となる磁性層P1'上に磁気ギャップGとなる非磁性層G'を形成し、次にフォトリジストのフレーム5、6で規定されフレームメッキ処理により所定の幅を持つ磁極P2となる磁性層P2'を形成し、磁性層P2'をマスクとしてイオンミリングにより磁極P1を所望の深さにエッチングすることで磁極P3を形成する。このとき、イオンビームの入射角度を最適に設定することによって、磁極P2及び磁極P3の側面を磁極P1面と垂直になるように形成できる。磁極P3の高さを所望の高さにすることで、実質的に記録磁界は磁極P2と磁極P3との間で規定され、サイドフリンジが従来のIDヘッド並みに抑制される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】特開平7-262519号公報に開示されている複合ヘッドの製造方法では、磁極P3を形成するためイオンミリングが用いられている。このとき磁性層P2'がマスクとしての機能を果たすため、イオンミリングによる磁性層P2'の膜厚は減少する。即ち、所望の磁極P3を形成した時点で所望の磁極P2を得るためには、イオンミリングによる磁性層P2'の膜厚減少を見込んだ初期の磁性層P2'の形成が必要である。即ち、図5に示した特開平7-262519号公報に開示されている複合ヘッドの製造方法では、フレームメッキ処理による初期の磁性層P2'のために、フレームの高さを従来に比べ大幅に高くする必要があった。即ち、ミリング後の磁極P2はミリング前の磁性層P2'に比べ、大幅に膜厚が減少するため、ミリング後の磁極P2の膜厚を記録特性が十分となるように確保するためにミリング前の磁性層P2'を厚くしておかなければならない。また、フレームの高さを高くすることは、即ちフレームパターンのアスペクト比が増大することを意味しており、狭いフレーム間隔のパターン形成が困難となる。特開平7-262519号公報では、この限界を2 μ mとしており、従って、この方法ではトラック幅2 μ m以下の高密度記録を実現する複合ヘッドの実現は困難であった。

【0009】

【発明の目的】本発明は、以上のようなトラック幅の下限をさらに改善し、さらなる高密度記録を実現する複合ヘッドの製造方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明では、磁極P2をマスクとしてイオンミリングを行う際、予め磁極P2の上にイオンミリングによって減少する相当分の磁極P2以外の保護膜を成膜しておき、当該イオンミリングによって前記保護膜をエッチングすることで磁極P2の膜厚減少を抑える。それによって、初期に形成する磁極P2の膜厚を厚くする必要がなく、フレーム高さも高くしないことで、狭いフレーム間隔のパターンが形成可能となり、狭トラック幅が実現できる。

【0011】図5に示した従来の製造方法では、磁性層P2'をマスクに用いてイオンミリングにより磁極P3を形成する際、磁気ギャップGとなる非磁性層G'も当該イオンミリングによってエッチングされる。非磁性層G'は通常アルミナ膜で形成されている。アルミナ膜のイオンミリングによるエッチングレートは磁性層P2'よりも小さく、当該イオンミリングではその大部分を磁気ギャップGのエッチングに費やされていた。このときに減少する磁性層P2'の膜厚は、非磁性層G'の膜厚の約2.5倍にもなる。

【0012】本発明では、磁性層P2'の上に磁性層P2'よりイオンミリングによるエッチングレートの小さい保護膜を予め積層しておくことで、非磁性層G'のエッチングの際には、磁極P2の上に積層された前記保護膜がエッチングされ、イオンミリングによる磁極P2の膜厚減少を抑えることを特徴としている。

【0013】すなわち、対向する磁気シールド膜S1、S2と、磁気シールド膜S1、S2間に絶縁体からなる磁気分離膜を介して存在するMR素子とからなる再生ヘッドと、磁気シールド膜S2を一方の磁極P1とし、この磁極P1と前記MR素子と反対側の面に、絶縁体で挟まれたコイルともう一方の磁極P2とが、磁極P1と平行に積層され、磁極P1と磁極P2の間に設けられた磁気ギャップGに発生する磁界により記録を行う記録ヘッドとからなる複合ヘッドであって、磁極P1と磁気ギャップGとの間に磁極P1の膜面に平行な面を持ち、且つ磁極P2の幅を規定する磁極P2の側面と一致した側面を持ち、磁氣的に磁極P1と連続な磁極P3を有することを特徴とする複合ヘッドの製造方法において、まず、磁極P1となる磁性層P1'上に磁気ギャップGとなる非磁性層G'を形成し、次に所定の幅を持つ磁極P2を形成した後、磁極P2よりイオンミリングによるエッチングレートの小さい保護膜を連続的に積層し、磁極P2をマスクとしてイオンミリングによって非磁性層G'及び磁性層P1'を所望の深さにエッチングすることで、磁極P3を形成する。

【0014】この方法はまた、磁気ギャップGに隣接して飽和磁化の大きい磁性材料を適用し、記録効率の高いIDヘッドを実現する場合にも適用できる。すなわち、複合ヘッドにおいて、磁極P1と磁気ギャップGとの間に磁極P1の膜面に平行な面を持ち、且つ磁極P2の幅

を規定する磁極P2の側面と一致した側面を持ち磁氣的に磁極P1と連続で且つ磁極P1よりも大きな飽和磁化を有する磁極P3と、磁気ギャップGと磁極P2との間に、磁極P2の幅を規定する磁極P2の側面と一致した側面を持ち、磁氣的に磁極P2と連続で且つ磁極P2よりも大きな飽和磁化を有する磁極P4とを有することを特徴とする複合ヘッドにおいて、まず、磁極P1となる磁性層P1'上に磁気ギャップGとなる非磁性層G'及び後に磁極P4となる磁性層P4'を順に積層し、次に所定の幅を持つ磁極P2を形成した後、磁極P2よりイオンミリングによるエッチングレートの小さい保護膜を連続的に積層し、磁極P2をマスクとしてイオンミリングによって、非磁性層G'及び磁性層P1'、P4'を所望の深さにエッチングすることで、磁極P4及び磁極P3を形成する。

【0015】以上の複合ヘッドの磁極P2の幅は、従来の幅の下限である2 μ mより小さな1 μ m程度の狭幅を可能とし、さらなる高密度記録を実現する。これは、磁極P3を形成するイオンミリング工程において膜厚減少を招いていた磁極P2上に、磁極P2よりイオンミリングによるエッチングレートが小さい保護膜を積層することで、磁極P2の膜厚減少を抑えることが可能となり、磁極P2を形成するフレームの高さを従来方法より低くすることが可能となることによる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1及び図3は本発明に係る複合ヘッドの製造方法の第一実施形態を示すABS面から見た側面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0017】本実施形態の特徴は、記録幅を規定する磁極P2上にイオンミリングによって削られる量に相当する膜厚の保護膜を積層しており、イオンミリング工程での磁極P2の膜厚減少を抑えることで、フレーム高さを低くでき、狭幅のフレーム間隔を形成できる新規な複合ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0018】まず、図3に基づき、複合ヘッドの構造を説明する。磁気シールド膜S1は下シールドであり、磁気シールド膜S2は上シールドである。これらは、NiFe合金（パーマロイ）により形成され、膜厚は磁気シールド膜S1が1 μ m、磁気シールド膜S2が3 μ mである。これらの磁気シールド膜S1、S2間に、感磁部である中央領域9と、中央領域9に電流及び縦バイアスを供給する端部領域10、11とからなるMR素子を形成する。中央領域9は、MR効果を有する膜厚10nmのNiFe膜12、NiFe膜12に横バイアスを印加するための膜厚15nmのCoZrMo膜14、及びNiFe膜12とCoZrMo膜14とを磁氣的に分離するための膜厚10nmのTa膜13を、磁気シールド膜S2からCoZrMo膜14、Ta膜13、NiFe膜12の順に積層している。中央領域9の幅（MRヘッド

のトラック幅)は $1.0\mu\text{m}$ である。端部領域10、11は、中央領域9と電氣的に接合しており、中央領域9のNiFe膜12に縦バイアスを印加するためのCoCrPt膜15と、中央領域9に電流を供給するAu膜16とからなる。CoCrPt膜15の膜厚は 25nm である。以上の中央領域9及び端部領域10、11からなるMR素子は、アルミナ膜17、18で磁気シールド膜S1、S2と電氣的に絶縁されている。アルミナ膜17、18の膜厚は下シールド側が 90nm 、上シールド側が 80nm である。

【0019】磁気シールド膜S2を兼ねる磁極P1上には、MR素子の中央領域9とよく目合わせされ、磁極P1と磁氣的に連続したNiFeによる磁極P3を形成する。磁極P3と磁極P1とでIDヘッドの一方の磁極を形成し、アルミナによる磁気ギャップGを介してもう一方のNiFeによる磁極P2を形成する。このとき、磁極P2及び磁極P3の幅は共に $1.1\mu\text{m}$ 、膜厚は $3.5\mu\text{m}$ 及び $0.5\mu\text{m}$ 、磁気ギャップGの膜厚は $0.25\mu\text{m}$ である。また、磁極P2及び磁極P3のABS面から $2\mu\text{m}$ 奥にはフォトレジスト材料によって絶縁されたCuコイルが形成され、このコイルに電流を流すことによって、磁気ギャップG間に記録磁界を発生させる。

【0020】次に、以上の複合ヘッドの磁気シールド膜S2以上の製造方法について、図1を用いて説明する。

【0021】まず、磁気シールド膜S2となる磁性層S2'すなわち磁極P1となるNiFeの磁性層P1'の上に、磁気ギャップGとなるアルミナの非磁性層G'をスパッタ成膜する。続いて、磁極P2をフレームメッキ法にて形成するために、フォトレジストのフレーム5、6を形成する〔図1(a)〕。ここで、図1(a)には示されていないが、このフレーム5、6を形成する前に、磁極P1、P2間にあって、ABS面から約 $2\mu\text{m}$ 奥に、フォトレジスト材料によって絶縁したCuコイルを形成している。続いて、フレームメッキによりNiFeの磁極P2を形成した後、引き続いてアルミナの保護膜19を $0.3\mu\text{m}$ スパッタ成膜する〔図1(b)〕。続いて、磁極部分をフォトレジストでカバーして、その他の部分のアルミナ膜及びメッキNiFe膜を除去した後、フレームパターンのフォトレジストを除去する〔図1(c)〕。このときのアルミナ膜のエッチングは、イオンミリングを用いた。イオンビームの入射角度は、アルミナ膜のエッチングレートが最大となる 45° にて行った。このときのエッチングレートは、加速電圧： 500V 、イオン電流密度： $1.0\text{mA}/\text{cm}^2$ で、約 $250\text{\AA}/\text{分}$ であった。続いて、磁極P2をマスクとして、非磁性層G'及び磁性層P1'をイオンミリングにてエッチングする〔図1(d)〕。

【0022】このときのイオンミリングは、トラック幅方向の幅を規定する側面と同一面の側面を持つ磁極P3を形成し、且つ、このときに磁極P3の側面のイオンミ

リングによるリスパッタ層を抑える必要がある。そのために、まずイオンビームの入射角度を 30° にして磁気ギャップG及び磁極P3の側面を形成した後、イオンビームの入射角度を 70° にして磁極P3の側面のリスパッタ層の除去を行った。磁気ギャップGのアルミナ膜厚を $0.25\mu\text{m}$ 、磁極P3の側壁厚を $0.5\mu\text{m}$ とした時、このイオンミリングによって磁極P2上に形成した保護膜19はすべて消失し、さらに磁極P2のNiFeが約 $0.8\mu\text{m}$ 減少した。従って、磁極P2の膜厚 $3.5\mu\text{m}$ を得るための初めの磁性層P2'は $4.3\mu\text{m}$ となる。この膜厚を得るためのフレーム5、6の膜厚は、メッキの膜厚変動を考慮し、磁性層P2'の膜厚+ $1.5\mu\text{m}$ である。また、磁極P2上にアルミナの保護膜19を積層させるが、アルミナはスパッタ法により成膜するので膜厚変動は小さく、アルミナを積層することによるフレームパターン膜厚の増加は、上記メッキ膜厚変動を考慮した膜厚増加分で十分賄えるので、考慮する必要はない。即ち、本発明で必要なフレーム5、6の膜厚は約 $5.8\mu\text{m}$ である。フレーム5、6の膜厚が $5.8\mu\text{m}$ と薄くできることで、フレーム5、6の間隔が $1.1\mu\text{m}$ の狭幅パターンの形成が可能となった。図1(e)は以上のプロセスでの完成図である。

【0023】次に、比較のために、従来の複合ヘッドの製造方法を図5に基づき説明する。

【0024】磁極P1となるNiFeの磁性層P1'上に、磁気ギャップGとなるアルミナの非磁性層G'をスパッタ成膜する。続いて、もう一方の磁極P2をフレームメッキ法にて形成するために、フォトレジストのフレーム5、6を形成する〔図5(a)〕。ここで、図5(a)には示されていないが、このフレーム5、6を形成する前に、磁極P1、P2間にあって、ABS面から約 $2\mu\text{m}$ 奥に、フォトレジスト材料によって絶縁したCuコイルを形成している。続いて、フレームメッキにより磁極P2となるNiFeの磁性層P2'を形成する〔図5(b)〕。続いて、磁極部分をフォトレジストでカバーして、その他の部分のメッキNiFe膜を除去した後、フレーム5、6を除去する〔図5(c)〕。続いて、磁性層P2'をマスクとして、非磁性層G'及び磁性層P1'をイオンミリングによりエッチングする〔図5(d)〕。

【0025】このときのイオンミリングは、トラック幅方向の幅を規定する側面と同一面の側面を持つ磁極P3を形成し、且つ、このときに磁極P3の側面のイオンミリングによるリスパッタ層を抑える必要がある。そのために、まずイオンビームの入射角度を 30° にして磁気ギャップG及び磁極P3の側面を形成した後、イオンビームの入射角度を 70° にして磁極P3の側面のリスパッタ層の除去を行った。磁気ギャップGのアルミナ膜厚を $0.25\mu\text{m}$ 、磁極P3の側壁厚を $0.5\mu\text{m}$ とした時、このイオンミリングによって磁極P2のNiFeが

約 $3.0\mu\text{m}$ 減少した。従って、磁極P2の膜厚 $3.5\mu\text{m}$ を得るための初めの磁性層P2'は $6.5\mu\text{m}$ となる。この膜厚を得るためのフレーム5,6の膜厚は、メッキの膜厚変動を考慮し、磁性層P2'の膜厚+ $1.5\mu\text{m}$ である。即ち、必要なフレーム5,6の膜厚は約 $8.0\mu\text{m}$ となり、フレーム5,6間隔が $2.0\mu\text{m}$ 以下パターンを得るのが非常に困難である。図5(e)は以上のプロセスでの完成図である。

【0026】図2及び図4は本発明に係る複合ヘッドの製造方法の第一実施形態を示すABS面から見た側面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図1及び図3と同一部分は同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0027】まず、図4に基づき、複合ヘッドの構造を説明する。磁極P1上にはMR素子の中央領域とよく目合わせされ、磁極P1と磁気的に連続したNiFeからなる磁極P3を形成する。磁極P3と磁極P1とでIDヘッドの一方の磁極を形成し、アルミナによる磁気ギャップGを介して、磁極P4と磁極P2とでもう一方の磁極を形成する。磁極P4は飽和磁化が 15kG 、比抵抗が $100\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 、膜厚 $0.5\mu\text{m}$ のCoZrTa膜であり、磁極P2は膜厚 $3\mu\text{m}$ のNiFe膜である。このとき、磁極P2, P3, P4の幅は共に $1.1\mu\text{m}$ 、磁極P3の膜厚は $0.5\mu\text{m}$ 、磁気ギャップGの膜厚は $0.25\mu\text{m}$ である。また、磁極P3と磁極P2, P4とのABS面から $2\mu\text{m}$ 奥にはフォトレジスト材料によって絶縁されたCuコイルが形成され、このコイルに電流を流すことによって、磁気ギャップG間に記録磁界を発生させる。

【0028】次に、本実施形態の複合ヘッドの製造方法について、図2を用いて説明する。

【0029】磁極P1となるNiFeの磁性層P1'上に磁気ギャップGとなるアルミナの非磁性層G'及びの磁極P4となるCoZrTaの磁性層P4'をスパッタ成膜し、さらに磁極P2となるNiFeの磁性層P2'をフレームメッキ法にて形成するために、フォトレジストのフレーム5,6を形成する〔図2(a)〕。ここで、図2(a)には示されていないが、このフレーム5,6を形成をする前に、磁極P3, P4間にあって、ABS面から約 $2\mu\text{m}$ 奥に、フォトレジスト材料によって絶縁したCuコイルを形成している。続いて、フレームメッキにより磁極P2となるNiFeの磁性層P2を形成した後、引き続きアルミナの保護膜19を $0.5\mu\text{m}$ スパッタ成膜する〔図2(b)〕。続いて、磁極部分をフォトレジストでカバーして、その他の部分のアルミナ膜及びメッキNiFe膜を除去した後、フォトレジストのフレーム5,6を除去した〔図2(c)〕。このときのアルミナ膜のエッチングは、イオンミリングを用いた。イオンビームの入射角度は、アルミナ膜のエッチングレートが最大となる 45° にて行った。このときの

エッチングレートは、加速電圧： 500V 、イオン電流密度： $1.0\text{mA}/\text{cm}^2$ で、約 $250\text{\AA}/\text{分}$ であった。続いて、磁極P2をマスクとして、磁性層P4' P1'及び非磁性層G'をイオンミリングにてエッチングする〔図2(d)〕。

【0030】このときのイオンミリングは、トラック幅方向の幅を規定する側面と同一面の側面を持つ磁極P3を形成し、且つ、このときに磁極P3の側面のイオンミリングによるリスパッタ層を抑える必要がある。そのために、まずイオンビームの入射角度を 30° にして磁気ギャップG及び磁極P3の側面を形成した後、イオンビームの入射角度を 70° にして磁極P3の側面のリスパッタ層の除去を行った。磁気ギャップGのアルミナ膜厚を $0.25\mu\text{m}$ 、磁極P3の側壁厚を $0.5\mu\text{m}$ 、磁極P4のCoZrTa膜厚を $0.5\mu\text{m}$ とした時、このイオンミリングによって磁極P2上に形成したアルミナ膜はすべて消失し、さらに磁極P2のNiFe膜が約 $1.0\mu\text{m}$ 減少した。従って、磁極P2の膜厚 $3.5\mu\text{m}$ を得るための初めの膜厚は $4.5\mu\text{m}$ となる。この磁極P2の膜厚を得るのに必要なフレーム5,6の膜厚は、メッキの膜厚変動を考慮し、磁極P2の膜厚+ $1.5\mu\text{m}$ である。また、磁極P2上にアルミナの保護膜19を積層させるが、アルミナ膜はスパッタ法により成膜するので膜厚変動は小さく、アルミナ膜を積層することによるフレーム5,6の膜厚の増加は、上記メッキ膜厚変動を考慮した膜厚増加分で十分賄えるので、考慮する必要はない。即ち、本発明で必要なフレーム5,6の膜厚は約 $6.0\mu\text{m}$ である。フレーム5,6の膜厚を $6.0\mu\text{m}$ と薄くできることで、フレーム5,6の間隔 $1.1\mu\text{m}$ の狭幅パターンの形成が可能となった。図2(e)は以上のプロセスでの完成図である。

【0031】次に、比較のために、従来の複合ヘッドの製造方法を図6に基づき説明する。

【0032】磁極P1となるNiFeの磁性層P1'上に、磁気ギャップGとなるアルミナの非磁性層G'及び磁極P4となるCoZrTaの磁性層P4'をスパッタ成膜する。続いて、磁極P2となるNiFeの磁性層P2'をフレームメッキ法にて形成するために、フォトレジストによるフレーム5,6を形成する〔図6(a)〕。

ここで、図6(a)には示されていないが、このフレーム5,6を形成する前に、磁極P2, P4間にあって、ABS面から約 $2\mu\text{m}$ 奥に、フォトレジスト材料によって絶縁したCuコイルを形成している。続いて、フレームメッキにより磁性層P2'を形成する。続いて、磁極部分をフォトレジストでカバーして、その他の部分のメッキNiFe膜を除去した後、フレーム5,6のフォトレジストを除去する図6(c)。続いて、磁極P2をマスクとして、非磁性層G'及び磁性層P1', P4をイオンミリングにてエッチングする図6(d)。

【0033】このときのイオンミリングは、トラック幅方向の幅を規定する側面と同一の側面を持つ磁極P3を形成し、且つ、このときに磁極P3の側面のイオンミリングによるリスパッタ層を抑える必要がある。そのために、まずイオンビームの入射角度を30度にして磁気ギャップG及び磁極P3の側面を形成した後、イオンビームの入射角度を70度にして磁極P3の側面のリスパッタ層の除去を行った。非磁性層G'の膜厚を0.25 μ m、磁性層P4'の膜厚を0.5 μ m、磁性層P3'の側壁厚を0.5 μ mとした時、このイオンミリングによって磁性層P2'の膜厚が約4.0 μ m減少した。従って、磁極P2の膜厚3.5 μ mを得るための初めの磁性層P2'の膜厚は7.5 μ mとなる。この磁性層P2'の膜厚を得るためのフレーム5、6の膜厚は、メッキの膜厚変動を考慮し、磁性層P2'の膜厚+1.5 μ mである。即ち、必要なフレーム5、6の膜厚は約9.0 μ mとなり、フレーム5、6の間隔が2.0 μ m以下パターンを得るのが非常に困難である。図6(e)は以上のプロセスでの完成図である。

【0034】

【発明の効果】MRヘッドとIDヘッドとが積層された構造の複合ヘッドにおいて、サイドフリンジングを抑制し、且つ1 μ m程度までの狭トラック記録を実現するIDヘッドを持つ複合ヘッドが実現できた。複合ヘッドにおけるIDヘッド磁極において、MRヘッドの磁気シールドと共用される磁極を磁極P1とし、磁気ギャップを介したもう一方の磁極を磁極P2とする。このとき磁極P2の幅を規定する側面と一致した側面を持ち、且つ磁気的に磁極P1と連続している磁極P3を形成する工程において、磁極P2上に磁極よりイオンミリングによるエッチングレートの小さい保護膜を予め積層しておくことで、磁極P2をマスクとして、磁気ギャップ及び磁極P1をイオンミリングによってパターン形成する際の、磁極P2の膜厚減少を大幅に抑制でき、従って初期の磁極P2の膜厚を厚くしておく必要がないことから、フレームメッキを行う際のレジストパターン膜厚を薄くで

き、磁極P2の幅が1 μ m程度のパターンの形成が可能となった。これにより、高密度対応の複合ヘッドが実現できた。

【0035】また、本発明の実施例の中で、記録ギャップ近傍に形成する高Bs膜は、CoZrTa膜のみならず、FeN系膜、FeML系膜(MはTa、Zr、Nb、Hf、Mo、Tiから選択される少なくとも1種類の元素、Lは窒素、炭素、ホウ素、酸素から選択される少なくとも1種類の元素)を主たる成分とする高Bs膜でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る複合ヘッドの製造方法の第一実施形態を示す、ABS面から見た正面図である。図1(a)～図1(e)の順に工程が進行する。

【図2】本発明に係る複合ヘッドの製造方法の第二実施形態を示す、ABS面から見た正面図である。図2(a)～図2(e)の順に工程が進行する。

【図3】従来及び本発明における複合ヘッドの第一例を示す、ABS面から見た正面図である。

【図4】従来及び本発明における複合ヘッドの第二例を示す、ABS面から見た正面図である。

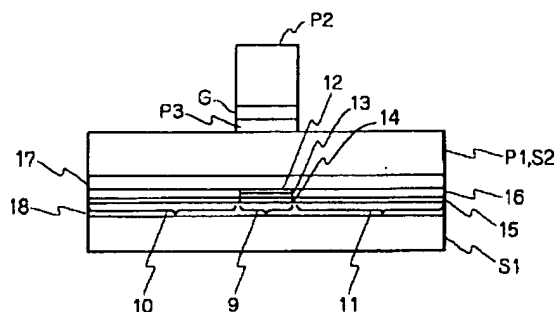
【図5】従来の複合ヘッドの製造方法の第一例を示す、ABS面から見た正面図である。図5(a)～図5(e)の順に工程が進行する。

【図6】従来の複合ヘッドの製造方法の第二例を示す、ABS面から見た正面図である。図6(a)～図6(e)の順に工程が進行する。

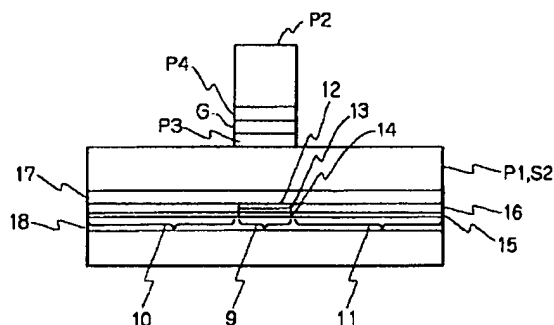
【符号の説明】

- P1 第一の磁極
- P2 第二の磁極
- P3 第三の磁極
- P4 第四の磁極
- G 磁気ギャップ
- S1 磁気シールド膜
- S2 磁気シールド膜
- 5, 6 フレーム

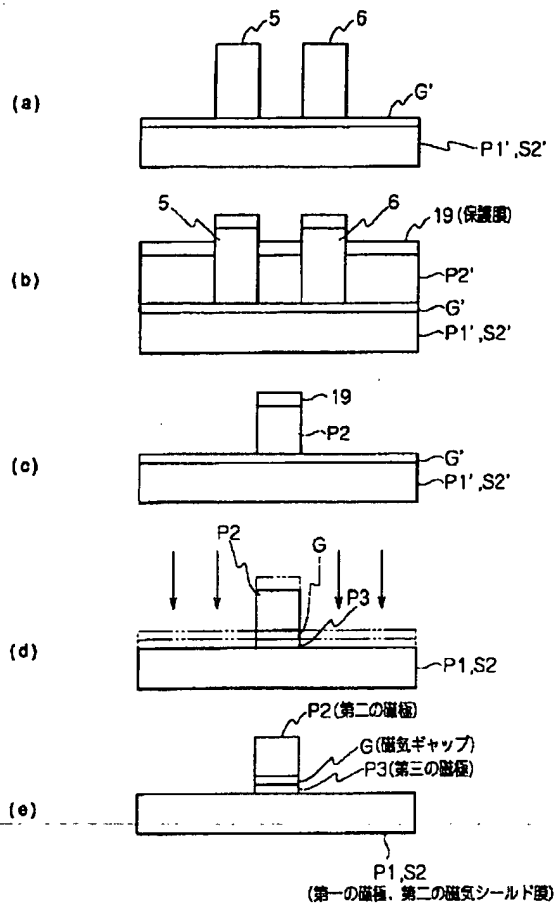
【図3】



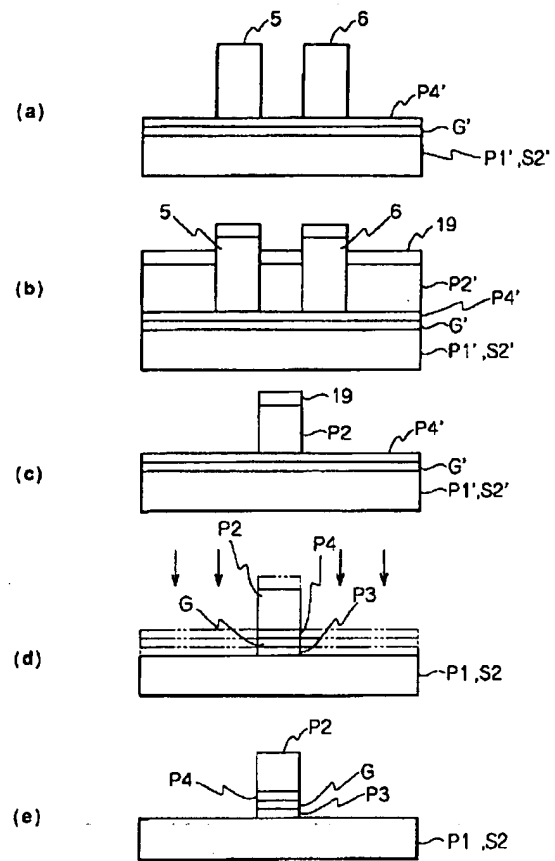
【図4】



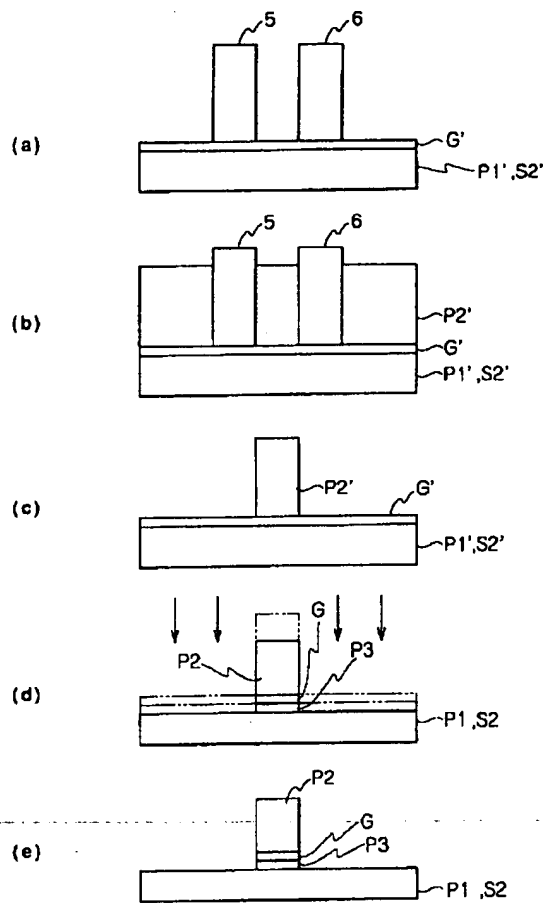
【図1】



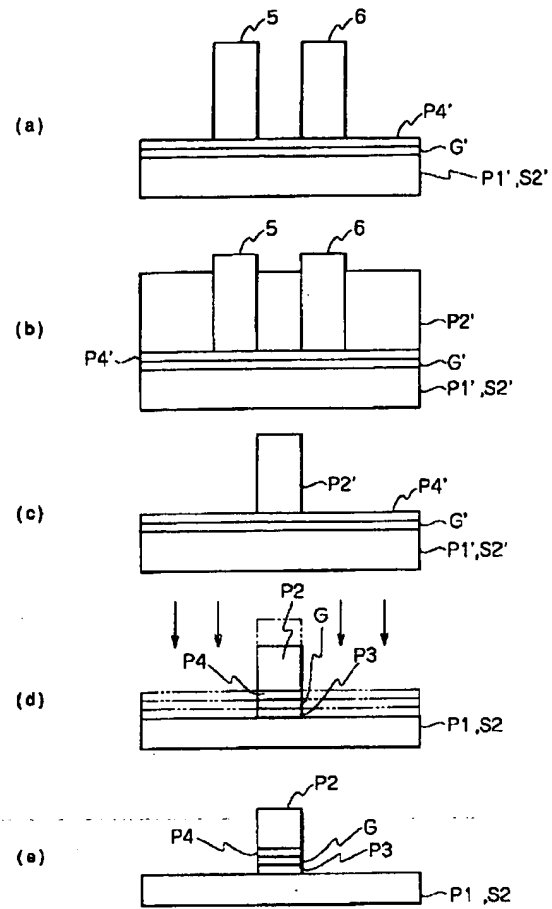
【図2】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 石綿 延行
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内